

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002590

International filing date: 18 February 2005 (18.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-042568  
Filing date: 19 February 2004 (19.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.03.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 2月19日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-042568  
Application Number:

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

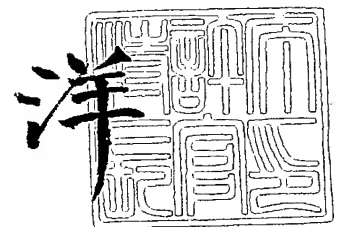
JP2004-042568

出願人 宇部興産株式会社  
Applicant(s):

2005年 4月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3030685

【書類名】	特許願
【整理番号】	SOPA0402
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	B01D 53/22 B01D 63/10
【発明者】	
【住所又は居所】	山口県宇部市大字小串 1 9 7 8 - 1 0    宇部興産株式会社    宇部 ケミカル工場内
【氏名】	谷原    望
【特許出願人】	
【識別番号】	000000206
【氏名又は名称】	宇部興産株式会社
【代表者】	常見    和正
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	012254
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲    1
【物件名】	明細書    1
【物件名】	図面    1
【物件名】	要約書    1

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを 2 枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体と、原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成した気体分離膜モジュールを用い、気体分離膜の有効膜面積あたりの供給量が  $10 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  以下且つ静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  以下となるような送風手段によって原料気体流路内に空気を流しながら、芯管の中空部を減圧手段によって  $95 \text{ kPa}$  以下に減圧することによって、芯管の中空部から酸素富化空気を分離回収することを特徴とする空気から酸素富化空気を分離回収する方法。

## 【請求項 2】

気体分離膜モジュールが、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを 2 枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成した気体分離膜モジュールであることを特徴とする前記請求項 1 に記載の空気から酸素富化空気を分離回収する方法。

## 【請求項 3】

気体分離膜モジュールが、透過側スペーサと供給側スペーサとの厚さの比が  $1 : 2 \sim 1 : 10$  である気体分離膜モジュールであることを特徴とする前記請求項 1～2 のいずれかに記載の空気から酸素富化空気を分離回収する方法。

## 【請求項 4】

透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを 2 枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成され、更に供給側スペーサと透過側スペーサとの厚さの比が  $1 : 2 \sim 1 : 10$  であるように構成したことを特徴とする、原料気体流路に空気を供給し芯管の中空部を減圧にして前記中空部から酸素富化空気を分離回収するための気体分離膜モジュール。

【書類名】明細書

【発明の名称】空気から酸素富化空気を分離回収する方法、および、気体分離膜モジュール

【技術分野】

【0001】

本発明は、平膜状気体分離膜を芯管の周りに巻回してなるスパイラル型の気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離効率よく分離回収する方法に関し、更に空気から酸素富化空気を分離回収するために好適な簡便な構造からなる気体分離膜モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に平膜状気体分離膜を芯管の周りに巻回してなるスパイラル型の気体分離膜モジュールは、透過気体流路を確保するための透過側スペーサを平膜状気体分離膜で挟んで、芯管の中空部に透過気体流路が連通するように芯管に気体分離膜を接着し、供給気体流路となる供給側スペーサと共に芯管の周りに巻回して構成されている。

このようなスパイラル型の気体分離膜モジュールは構造が簡単であり製造も容易であるが、中空糸型の気体分離膜モジュールなどに比べて分離効率が悪くなりまた分離回収気体の濃度が低くなるために実用上は必ずしも好適に用いられていない。

特許文献1には、空気分離を目的としたスパイラル型の気体分離膜モジュールにおいて、圧力損失による性能低下を防ぐために、透過気体流路の厚みを巻終わりから巻始めにいたる過程で順次厚くすることが開示されている。しかしながら、この分離膜モジュールは加圧した空気を供給して高濃縮窒素を分離回収することを目的としたものである。供給側をおおよそ大気圧とし透過側を減圧にして空気から酸素富化空気を分離回収する方法については記載がない。

気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離回収するときには窒素富化空気の排出を必ず伴う。気体分離膜モジュールに加圧した空気を供給する方法では、透過側でほぼ大気圧の酸素富化空気を得ると同時に非透過側で加圧状態の窒素富化空気を得ることになる。すなわち、加圧法の場合は、結果として併産される窒素富化空気までもあらかじめ供給空気として圧縮しなければならない。空気中の窒素は酸素に比べて4倍程度あるから、この窒素を含む供給空気を圧縮のための動力を考慮すると、加圧法はエネルギー的に極めて非効率で不利である。更に、スパイラル型の気体分離膜モジュールの供給側に圧力をかけるには、分離膜モジュールを供給側、非透過側、透過側の開口を有する耐圧容器内に収納されたものにするか、少なくとも分離膜モジュールの最外殻を相応の耐圧性を持った構造、部材にしなければならない。更に加えて、供給側の圧力を維持するために、気体流路の所定位置にバルブなどの圧力調整手段を付けることが必要になるなど、余分な部品や構造が必要になる。

【0003】

【特許文献1】特開平6-262026

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、スパイラル型の気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離効率よく分離回収する方法、および、空気から酸素富化空気を分離効率よく分離回収する方法に好適に用いることができるスパイラル型の気体分離膜モジュールを提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体と、原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して

構成した気体分離膜モジュールを用い、気体分離膜の有効膜面積あたりの供給量が  $10 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  以下且つ静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  以下となるような送風手段によって原料気体流路内に空気を流しながら、芯管の中空部を減圧手段によって  $95 \text{ kPa}$  以下に減圧することによって、芯管の中空部から酸素富化空気を分離回収することの特徴とする。また好ましくは、気体分離膜モジュールが、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成した気体分離膜モジュールであること、および、気体分離膜モジュールが、透過側スペーサと供給側スペーサとの厚さの比が  $1:2 \sim 1:10$  である気体分離膜モジュールであることに関する。

#### 【0006】

さらに、本発明は、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成され、更に供給側スペーサと透過側スペーサとの厚さの比が  $1:2 \sim 1:10$  であるように構成したことを特徴とする、原料気体流路に空気を供給し芯管の中空部を減圧にして前記中空部から酸素富化空気を分離回収するための気体分離膜モジュールに関する。

#### 【発明の効果】

#### 【0007】

本発明によって、簡便なスパイラル型の気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離効率よく分離回収することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0008】

本発明は、簡便な構造を有するスパイラル型の気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離回収する方法について種々検討した結果、スパイラル型の気体分離膜モジュールに、有効膜面積あたり所定量の空気をおおよそ大気圧で供給し、更に気体分離膜の透過側を所定圧に減圧にすることによって、極めて分離効率よく酸素富化空気を分離回収できることを見出して得られたものである。

#### 【0009】

本発明で用いられる気体分離膜モジュールは、スパイラル型の気体分離膜モジュールであって、具体的には、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体と、原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成されている。

図1は、本発明の気体分離膜モジュールの一例のモジュールを展開したときの断面の概略図を示したものである。芯管1は中空部を有し透過気体を集めてモジュール外へ排出する役割を有する。透過側スペーサ2を2枚の平膜状気体分離膜3の間に挟んで一組とした積層体4、4'が芯管の左右にそれぞれ延びている。各積層体4、4'内には透過側スペーサ2によって透過気体流路が確保され、透過気体流路が芯管1の中空部と連通するように芯管1に取り付けられている。これらの積層体4、4'内の透過側スペーサ2が形成する透過気体流路は、積層体4、4'の周辺端部では接着剤5、5'によって封止されており、芯管1の中空部へ連通する開口部を除いて、平膜状気体分離膜3によって外側の空間とは隔絶されている。これらの積層体4、4'に原料気体流路を確保する供給側スペーサ6、6'を図1のように配置し、これらが交互に重なるように芯管1の周りにスパイラル状に巻回される。この巻回は図1中の矢印で示してある。巻回の最外殻には実質的に気体を透過しない外フィルム7が巻回される。供給側スペーサ6、6'は積層体4、4'や外フィルム7によって芯管1の長手方向の両端部を除いて隔絶される。この結果、原料気体流路は芯管1の長手方向の両端部のみが開口し、また透過気体流路は芯管1の中空部へ連

通し、相互に平膜状気体分離膜 3 を挟んで隔絶された空間を形成している。また、図 2 は図 1 の断面を上から眺めたときの概略図である。

#### 【0010】

本発明の空気から酸素富化空気を分離回収する方法においては、原料気体流路の芯管の長手方向の両端部の開口のうち一方の開口から空気を供給して原料気体流路内を流し、他方の開口から排出される。空気が原料気体流路を流れる際、空気が分離膜と接触し空気中の酸素ガスが気体分離膜を選択的に透過する。このために透過気体流路には選択的に透過した酸素ガスの濃度が高くなった酸素富化空気が流れ、芯管の中空部に導かれてモジュール外に排出される。そして、気体分離膜の有効膜面積あたりの供給空気量が  $10 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  以下特に  $4 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  以下で且つ静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  以下特に  $150 \text{ Pa} / \text{m}^2$  以下となるような送風手段によって原料気体流路（供給側スペース）内に空気を流し、更に芯管の中空部を減圧手段によって  $95 \text{ kPa A}$  以下特に  $60 \text{ kPa A}$  以下に減圧することによって芯管の中空部から酸素富化空気を分離回収することを特徴としている。気体分離膜の有効膜面積あたりの供給空気量が  $10 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  かつ静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  を越えると、送風が所要動力の少ないファンやブロアなどでは賄えなくなり、所要動力の大きいコンプレッサなどを必要とするようになるのでエネルギー的に不利となるから好ましくない。さらに、芯管の中空部を  $95 \text{ kPa A}$  以下に減圧しないと酸素の選択的透過が不十分になり酸素が十分に濃縮できなくなるので好ましくない。

#### 【0011】

送風手段は、最大静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  であれば特に限定はないが、例えばファンやブロアを好適に挙げることができる。これらはおおそ大気圧の送風を可能にする。本発明においては、送風手段は吸引でも押込でもよい。

#### 【0012】

減圧手段は、所定圧力に減圧できるものであれば特に限定はなく、通常の真空ポンプを好適に用いることができる。真空ポンプを用いた場合は真空ポンプの排出口から酸素富化空気を回収する。

#### 【0013】

酸素を選択的に透過する気体分離膜モジュールの供給側と透過側とに圧力差を設け空気から酸素富化空気を回収する方法において、加圧法の場合は、前述のとおり、結果として併産される酸素富化空気までもあらかじめ供給空気として圧縮しなければならないからエネルギー的に極めて非効率で不利である。更に、スパイラル型の気体分離膜モジュールの供給側に圧力をかけるには、分離膜モジュールを供給側、非透過側、透過側の開口を有する耐圧容器内に収納されたものにするか、少なくとも分離膜モジュールの最外殻を相応の耐圧性を持った構造、部材にし、更に加えて、供給側の圧力を維持するために、気体流路の所定位置にバルブなどの圧力調整手段を付けることが必要になるなど、余分な部品や構造が必要になる。

#### 【0014】

一方、おおそ大気圧になるような圧力で供給側に空気を供給し、透過側を減圧する本発明の方法では、目的とする酸素富化空気のみを減圧すればよいからエネルギー的に極めて効率よく有利である。さらに、分離膜モジュールを供給側、非透過側、透過側の開口を有する耐圧容器内に収納したり、分離膜モジュールの最外殻を相応の耐圧性を持った構造、部材にしたりする必要がなく、供給側の圧力を維持するためのバルブなどの圧力調整手段も必要なくなるから、スパイラル型分離膜モジュールを極めて簡便な構造として用いることが可能になる。

#### 【0015】

そして、簡便なスパイラル型の分離膜モジュールを用いて、おおそ大気圧になるような圧力で供給側に空気を供給し、透過側を減圧する方法では、おおそ大気圧で供給された空気が流れる気体分離膜モジュールの原料気体流路の抵抗を小さくすることが分離効率を向上させるうえで極めて重要である。もちろん、透過側もより減圧された方が分離効率が向上するので透過気体流路の抵抗も小さくなるような構造が望ましい。

## 【0016】

本発明の空気から酸素富化空気を分離回収する方法においては、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組、好ましくは2～8組程度特に2～4組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成した気体分離膜モジュールを用いることが好適である。複数組の積層体で構成すると、同じ有効膜面積の1組の積層体だけで巻回した場合に比べて分離効率が向上する。1組の積層体だけで巻回した場合は、積層体中の透過気体流路が芯管の中空部から比較的長い距離を持ち、その全流路を減圧するために圧力損失が生じることになり、分離効率が低下すると考えられる。

## 【0017】

さらに、本発明の空気から酸素富化空気を分離回収する方法においては、使用する気体分離膜モジュールの透過側スペーサと供給側スペーサとの厚さの比が1:2～1:10特に1:3～1:9更に1:4～1:7であることが、分離効率を向上させるうえで特に好適である。これらのスペーサの厚みは透過気体流路と供給気体流路の隙間の大きさを規定するから、本発明においては、おおよそ大気圧で流れる供給気体流路の隙間を減圧状態になる透過気体流路の隙間に対して2～10倍特に3～9倍更に4～7倍に広げることを意味する。供給側スペーサとの厚さが透過側スペーサの厚さに対して2倍未満であると、分離効率を上げることが難しい。また供給側スペーサとの厚さが透過側スペーサの厚さに対して10倍を越えると、分離効率は良好であるが飽和して更に効率が向上しないし、分離膜モジュールとして大型になりコンパクト性が失われる。

## 【0018】

本発明の分離膜モジュールは、以上説明した空気から酸素富化空気を分離回収する方法に特に好適に用いられる分離膜モジュールであって、透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体を複数組備え、前記複数組の各積層体と原料気体流路となる供給側スペーサとを交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成され、更に供給側スペーサと透過側スペーサとの厚さの比が1:2～1:10であるように構成したことを特徴とする気体分離膜モジュールである。

## 【0019】

気体分離膜としては、窒素ガスに比べて酸素ガスを選択的に透過する平膜状の膜であれば特に限定はないが、25℃における酸素ガスの透過速度が $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 (\text{STP}) / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以上、酸素ガスと窒素ガスとの透過速度比( $P'_{\text{O}_2} / P'_{\text{N}_2}$ )が1.5以上であることが好ましい。例えばポリエチレンテレフタレートやセルロースなどのポリマーからなる不織布からなる支持体にポリエーテルイミドやポリフッ化ビニリデンなどのポリマーからなる多孔質体及びその表面にシリコンゴムからなる分離層を積層した非対称複合分離膜を好適に挙げることができる。

## 【0020】

芯管は、中空部と、中空部と透過気体流路とが連通するために開口部と、中空部から透過気体が排出するための開口部とを有する。中空部と透過気体流路とが連通するために開口部は例えば溝状であってもよく、一列に配列された複数の孔であっても構わない。中空部から透過気体が排出するための開口部も特に限定はないが、通常は芯管の一方又は両方の端部を開口したものである。また芯管は分離膜や透過側スペーサや供給側スペーサをスパイラルに巻回するときの芯棒の役割があるから、適当な強度が必要である。このためポリマーや金属などによって好適に形成される。また特に限定されないが通常は円柱形状が好適に用いられる。

## 【0021】

供給側スペーサや透過側スペーサは、供給気体流路や透過気体流路を空間として確保するために用いられるものである。したがって、両側を膜で挟んだときに気体の流れる一定の厚さを持った空間が確保でき得るものであれば特に限定されない。例えば、ポリオレフ



インやポリエステルやナイロンなどのポリマーで成形されたメッシュ、連通孔からなる多孔質材料、などを好適に挙げることができる。

#### 【0022】

外フィルムは、スパイラルに巻回した最外殻に配置して外部と内部とを隔絶するためのもので、気体を実質的に透過させない例えば厚さが0.1~3mm程度のポリエチレンやポリプロピレンやポリエステルやナイロンなどが用いられ、特に片面に粘着材を有したフィルムが好適である。また、筒状のフィルムをスパイラルに巻回した最外殻にかぶせる格好で利用するのもよい。また、本発明の気体分離膜モジュールでは積層体の周囲を封止するために接着剤が使用される。封止や接着のために通常用いられる、例えばポリウレタン系やエポキシ樹脂系などの接着剤が好適に用いられる。

#### 【0023】

次に、本発明の分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離回収する方法について、図3に示した具体例の模式図によって更に詳しく説明する。

図3において、分離膜モジュール10の長手方向の一方の端部にファン11とカバー（ケース）12が設けられ、実線矢印の方向に空気を吸引している。この吸引量は予め設定されており、分離膜モジュール10のファン11が接続された端部とは反対の端部の原料気体流路の開口から、分離膜モジュール10の有効膜面積あたりの供給量が $100\text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 以下且つ静圧が $300\text{ Pa}/\text{m}^2$ 以下になるようにして空気が供給される。分離膜モジュール10にファン11が設けられた側の芯管1の端部は封止されている。分離膜モジュール10のファン11が設けられた側とは反対側の芯管1の端部は真空ポンプ13と接続されており、圧力計14で減圧度が測定される。真空ポンプ13の排出口からは酸素富化空気が破線矢印方向に排出され、必要に応じてバッファータンク15を経由して分離回収される。

#### 【実施例】

##### 【0024】

以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

##### 【0025】

##### 〔比較例1〕

平膜状気体分離膜としてポリエチレンテレフタレート不織布（支持体）にポリエーテルイミド多孔質膜及びその表面にシリコンゴム分離層を積層した厚さが0.15mmで、25℃における酸素ガスの透過速度が $8 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 (\text{STP}) / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 、窒素ガスに対する酸素ガスの透過速度比が1.8倍の分離性能を有する非対称複合分離膜、供給側スペーサとして厚さ0.5mmのポリエチレン製成形メッシュ、透過側スペーサとして厚さ0.5mmのポリエチレンテレフタレート製成形メッシュ、芯管として円柱形であって長さ298mm外径17.2mmであり内部に内径9.5mmの中空部を該中空部と外部を連通させる内径2.85mmの12個の孔を有したABS樹脂製で一端が封止され他端が開口したもの、外フィルムとして片面に粘着材を有した厚さ1.5mmのポリエチレン製フィルムを用いて、透過側スペーサを平膜状気体分離膜に挟んで一組とした積層体は1組（幅264mm、芯管からの長さ1300mmの積層体1枚）とし、その端部を芯管に透過気体通路が芯管の中空部と連通するように取り付け、供給側スペーサを交互に重なるように芯管の周りにスパイラル状に巻回して有効膜面積が $0.2\text{ m}^2$ のスパイラル型の分離膜モジュールを作成した。

この分離膜モジュールを図3に示すようにして酸素富化空気の分離回収を行った。ファンは最大流量が $0.9\text{ m}^3/\text{min}$ 、最大静圧が25Paの能力を有するもの、真空ポンプは排気速度 $14\text{ L}/\text{min}$ 、到達圧力24kPaAのものを用いた。バッファータンクとして内寸で径42mm長さ440mmの円筒形タンクを用い、バッファータンクを経由して排出される酸素富化空気の流量と酸素濃度とを測定した。流量測定は浮遊式流量計、酸素濃度はジルコニア式酸素濃度計を用いた。

結果を表1に示した。この例は、透過側スペーサと供給側スペーサの厚さの比が1:1

であるが、回収されたガスの酸素濃度は 21% であって、酸素富化空気を得ることができなかった。供給側スパーサの厚さが小さいために圧損が大きくなったこと及び供給量が少ないことが酸素富化できなかった原因と考えられた。

#### 【0026】

##### 〔実施例 1〕

供給側スパーサを厚さ 1.5 mm のポリエチレン製成形メッシュを用いたこと以外は比較例 1 と同様にして酸素富化空気の分離回収を行った。結果を表 1 に示した。この例は、透過側スパーサと供給側スパーサの厚さの比が 1:3 であるが、回収されたガスの酸素濃度は 24% であって、分離効率よく酸素富化空気を得ることができた。

#### 【0027】

##### 〔実施例 2〕

透過側スパーサを平膜状気体分離膜に挟んで一組とした積層体を 2 組（幅 264 mm、長さ 650 mm の積層体 2 枚）としたこと以外は実施例 1 と同様にして酸素富化空気の分離回収を行った。結果を表 1 に示した。この例は、透過側スパーサと供給側スパーサの厚さの比が 1:3 で、積層体が 2 組であるが、回収されたガスの酸素濃度は 25% であって、実施例 1 よりも更に分離効率よく酸素富化空気を得ることができた。

#### 【0028】

##### 〔比較例 2〕

平膜状気体分離膜としてポリエチレンテレフタレート不織布（支持体）にポリエーテルイミド多孔質膜及びその表面にシリコンゴム分離層を積層した厚さが 0.15 mm で、25℃における酸素ガスの透過速度が  $8 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 (\text{STP}) / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 、窒素ガスに対する酸素ガスの透過速度比が 1.8 倍の分離性能を有する非対称複合分離膜、供給側スパーサとして厚さ 0.5 mm のポリエチレン製成形メッシュ、透過側スパーサとして厚さ 0.5 mm のポリエチレンテレフタレート製成形メッシュ、芯管として円柱形であって長さ 298 mm 外径 17.2 mm であり内部に内径 9.5 mm の中空部を該中空部と外部を連通させる内径 2.85 mm の 12 個の孔を有した ABS 樹脂製で一端が封止され他端が開口したもの、外フィルムとして片面に粘着材を有した厚さ 1.5 mm のポリエチレン製フィルムを用いて、透過側スパーサを平膜状気体分離膜に挟んで一組とした積層体は 2 組（幅 264 mm、芯管からの長さ 850 mm の積層体 2 枚）とし、その端部を芯管に透過気体通路が芯管の中空部と連通するように取り付け、供給側スパーサを交互に重なるように芯管の周りにスパイラル状に巻回して有効膜面積が  $0.3 \text{ m}^2$  のスパイラル型の分離膜モジュールを作成した。

この分離膜モジュールを図 2 に示すようにして酸素富化空気の分離回収を行った。ファンは最大流量が  $0.9 \text{ m}^3 / \text{min}$ 、最大静圧が 25 Pa の能力を有するもの、真空ポンプは排気速度  $14 \text{ L} / \text{min}$ 、到達圧力 24 kPa A のものを用いた。バッファータンクとして内寸で径 42 mm 長さ 440 mm 円筒形タンクを用い、バッファータンクを經由して排出される酸素富化空気の流量と酸素濃度とを測定した。流量測定は浮遊式流量計、酸素濃度はジルコニア式酸素濃度計を用いた。

結果を表 1 に示した。この例は、透過側スパーサと供給側スパーサの厚さの比が 1:1 であるが、回収されたガスの酸素濃度は 21% であって、酸素富化空気を得ることができなかった。供給側スパーサの厚さが小さいために圧損が大きくなったこと及び供給量が少ないことが酸素富化できなかった原因と考えられた。

#### 【0029】

##### 〔実施例 3〕

供給側スパーサを厚さ 1.5 mm のポリエチレン製成形メッシュを 2 枚重ねて使用したこと以外は比較例 1 と同様にして酸素富化空気の分離回収を行った。結果を表 1 に示した。この例は、透過側スパーサと供給側スパーサの厚さの比が 1:6 であるが、回収されたガスの酸素濃度は 26% であって、分離効率よく酸素富化空気を得ることができた。

#### 【0030】

##### 〔実施例 4〕

供給側スパーサを厚さ 1.5 mm のポリエチレン製成形メッシュを 3 枚重ねて使用したこと以外は比較例 1 と同様にして酸素富化空気の分離回収を行った。結果を表 1 に示した。この例は、透過側スパーサと供給側スパーサの厚さの比が 1 : 9 であるが、回収されたガスの酸素濃度は 27 % であって、分離効率よく酸素富化空気を得ることができた。

【0031】

【表 1】

	分離膜モジュール			酸素富化空気の分離回収	
	有効膜面積 (m <sup>2</sup> )	透過側スパーサと分離膜とからなる積層体の組数	透過側スパーサと供給側スパーサとの厚みの比	酸素富化空気量 (NL/min)	酸素富化空気の酸素濃度 (%)
比較例 1	0.2	1	1 : 1	3.1	21
実施例 1	0.2	1	1 : 3	3.2	24
実施例 2	0.2	2	1 : 3	3.4	25
比較例 2	0.3	2	1 : 1	4.1	21
実施例 3	0.3	2	1 : 6	4.2	26
実施例 4	0.3	2	1 : 9	4.2	27

【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明によれば、極めて簡便な構造を有し製造が容易なスパイラル型分離膜モジュールと簡便なファンや真空ポンプとを組合せることによって、分離効率よく酸素富化空気を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】本発明の気体分離膜モジュールの一例のモジュールを展開したときの断面の概略図である。

【図 2】図 1 の展開したときの断面図を上から眺めたときの概略図である。

【図 3】本発明の分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離回収する方法の具体的な一例を説明するための模式図である。

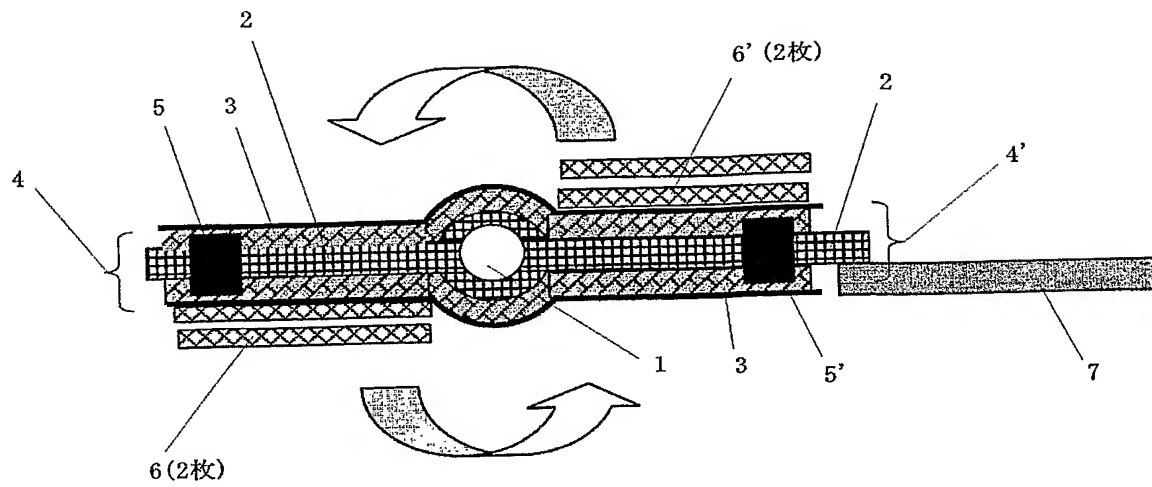
【符号の説明】

【0034】

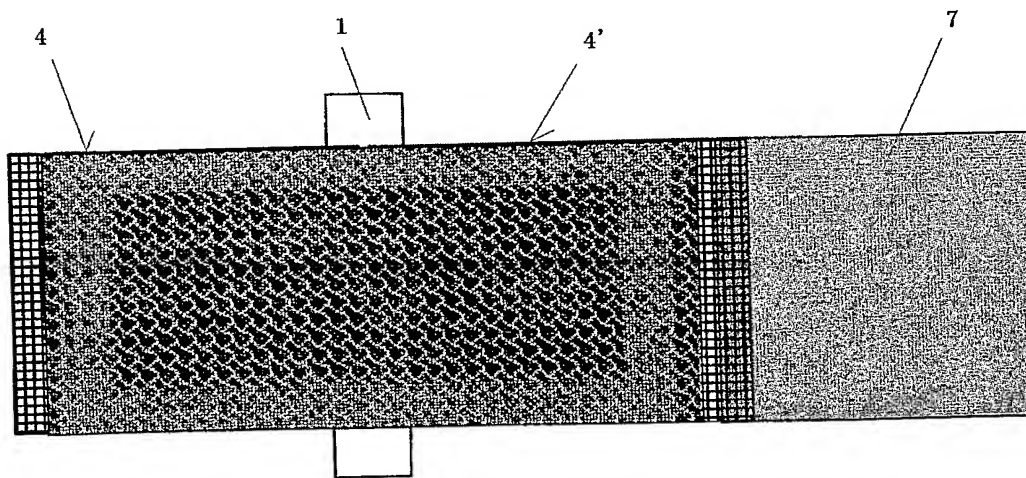
- 1 : 芯管
- 2 : 透過側スパーサ
- 3 : 平膜状気体分離膜
- 4、4' : 透過側スパーサを 2 枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体
- 5、5' : 接着剤
- 6、6' : 供給側スパーサ（図中では 2 枚用いたときを示している）
- 7 : 外フィルム
- 10 : 分離膜モジュール
- 11 : ファン
- 12 : カバー（ケース）
- 13 : 真空ポンプ
- 14 : 圧力計
- 15 : バッファータンク

【書類名】 図面

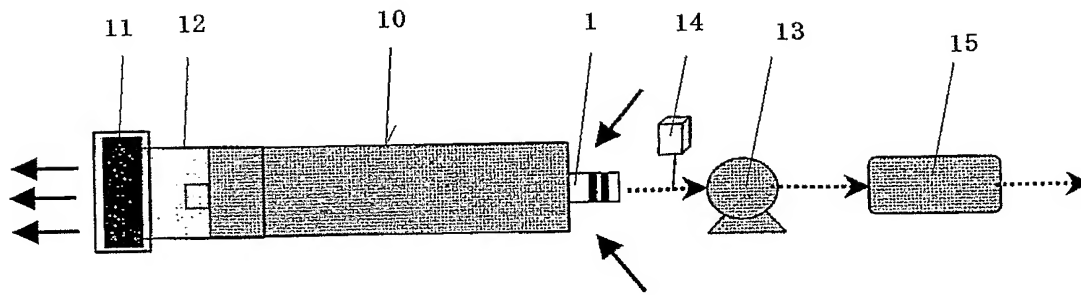
【図 1】



【図 2】



【図 3】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 本発明は、簡便な構造のスパイラル型気体分離膜モジュールを用いて空気から酸素富化空気を分離効率よく分離回収する方法、および、その方法に好適に用いられるスパイラル型気体分離膜モジュールを提供することである。

【解決手段】 透過気体を集めて排出する芯管の中空部に連通した透過気体流路となる透過側スペーサを2枚の平膜状気体分離膜の間に挟んで一組とした積層体と、原料気体流路となる供給側スペーサとを、交互に重なるように前記芯管の周りにスパイラル状に巻回して構成した気体分離膜モジュールを用い、気体分離膜の有効膜面積あたりの供給量が  $10 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{m}^2$  以下且つ静圧が  $300 \text{ Pa} / \text{m}^2$  以下となるような送風手段によって原料気体流路内に空気を流しながら、芯管の中空部を減圧手段によって  $95 \text{ kPa}$  A 以下に減圧することによって、芯管の中空部から酸素富化空気を分離回収する。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号

特願 2004-042568

受付番号

50400267359

書類名

特許願

担当官

第六担当上席

0095

作成日

平成16年 2月20日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成16年 2月19日

特願 2 0 0 4 - 0 4 2 5 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 2 0 6 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住 所  
氏 名

2 0 0 1 年 1 月 4 日  
住所変更  
山口県宇部市大字小串 1 9 7 8 番地の 9 6  
宇部興産株式会社